

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-236263
 (43)Date of publication of application : 23.08.2002

(51)Int.CI.

G02B 26/08

(21)Application number : 2001-032665
 (22)Date of filing : 08.02.2001

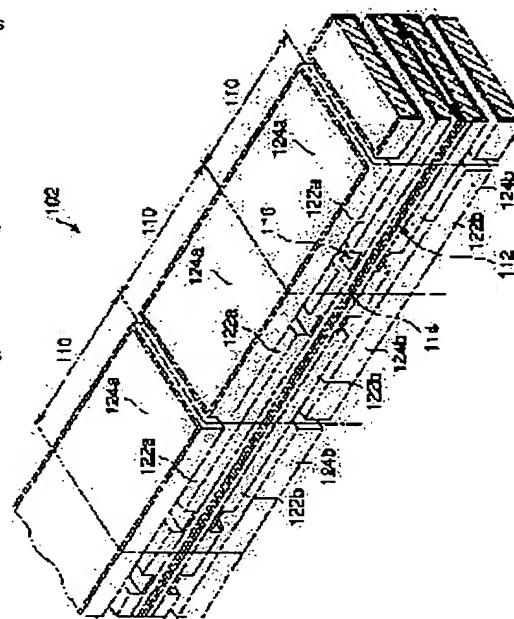
(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD
 (72)Inventor : ARIMA MICHITSUGU

(54) ELECTROSTATIC ACTUATOR AND MIRROR ARRAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electrostatic actuator which has a large movable range and can control displacement on the basis of an applied voltage.

SOLUTION: The electrostatic actuator has a movable beam 102 and a beam supporting part to support the movable beam 102 in a cantilever manner. The movable beam 102 has a plurality of serially connected unit driver elements 110. Each unit driver element 110 has a first electrode supporting part 112, a second electrode supporting part 114, and a spring part 116 which connects them. The plurality of unit driver elements 110 are alternately located in a reverse direction along a direction where the movable beam 102 is extended. The first electrode supporting part 112 includes two earth electrodes 122a and 122b, and the second electrode supporting part 114 includes two drive electrodes 124a and 124b. That is, one unit driver element 110 has a first and second pairs of earth electrodes and drive electrodes.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

[00381] 次にフォトレジスト 2 3 を除去した後、熱強化を行い、新たに形成された熱強化膜の一部をフォトマスクとしてバッファードフォン歯または R E によって除接着することにより、酸化膜マスク (図示 2 4) を形成する。次にこの酸化膜マスクを介して、下層のシリコンを TMAH によって除去することにより、図 1 2 に示される凹部 2 4 を形成する。次に酸化膜マスクを除去した後、再度熱強化を行ない、図 1 3 に示される凹部 2 4 を形成する。さらに酸化シリコーン層 2 4 をフォトマスクとしてフォトレジスト 1 1 によって除接着することにより、コンタクトホール 2 4 6 を形成する。ここで、コンタクトホール 2 4 6 の形成と同時に、図中に 2 4 8 で示される部分の掩蔽シリコン層を除去していく。

[00391] 次にフォトレジストを除去した後、イオンビーム支持部 1 0 4 の上側と下側の両方に形成される。

[00461] 図 1 6 と図 1 7 は、それぞれ、図 1 3 の工程と図 1 5 の工程に対応する、ビーム支持部の製造工程を示す斜视図である。

[00471] 図 1 6 は、図 1 3 に示す工程が終了した時点における給電バッジ付近の構造を示している。支持部 2 6 は、図 1 2 の工程において形成される電動電極 2 1 2 及び接合部 2 0 4 と同時に形成される。また、支持部 2 6 4 は、図 9 の工程において形成される接合電極 2 1 2 及び電通ポート 2 1 4 と同時に形成される。また開口部 2 6 6 は、支持部 2 6 及び支持部 2 6 4 を形成する工程において、同時に形成される。さらに給電バッジ 2 2 4 が形成される。

[00481] 次に、図中に 2 4 8 で示される部分の掩蔽シリコン層を除

は、図 1-4 に示した工程の後に、同様の構造体を接着することなく、支柱層 2-0-6、埋め込み底層 2-0-8、ボリミード層 2-5-6 を順次除去することによって、作製され得る。

[0052] 上述した実施の形態の静電アクリュエーターでは、接地電極と駆動電極の対は、開端を置いて向き合った一对の平板状の電極であるが、両者間に静電引力が生じるものであれば、その形狀は任意に変更してもよい。例えば、図 1-8 に示されるように、駆動電極と接地電極の対は、それぞれ複数の指を有しており、一方の指形電極の齒は他方の指形電極の齒の間に突起している一対の指形電極であってもよい。このようないずれか形態では、例えば、図 8 と図 9 に示される工程でそれぞれ形成すればよい。

[0053] 上述した実施の形態の静電アクリュエーター

一では、図2に分かり易く模式的に示されるように、複数の単位運動繊子は、可動ビームの延びる方向に沿って、交互に逆向きで並んでいるが、単位運動繊子の配列はこれに限らず、直列に並んでも可である。例えば、図19に示されるように、さらには図20に分かり易く模式的に示されるように、複数の単位運動繊子は、可動ビームの延びる方向に沿って、同じ向きで並んでてもよい。このような可動ビームは、図9に示される工程において、エクシングのパターンを変える点を除いては、本実施の形態と同様の手法によって作製され得る。

【0054】本実施の形態の静电アクチュエーターは、可動ビームが直列的に接続された複数の単位運動繊子を構成することにより、接合電極と駆動電極の間隔を増大させることなく、アクチュエーターの変位量の増大と、十分な駆動力の確保とを同時に達成している。また、単位運動繊子を隣接する二つ毎に独立に制御できるので、アクチュエーターの変位を細かく制御することが可能である（もちろん、単位運動繊子をひとつづつ独立に制御するような変更も可能である）。この制御は、駆動電極に電圧を印加する単位運動繊子の個数を変更する

ことで行なわれるので、D/A変換を行なうことなく、デジタル回路により直接制御することができます。

[0055] 「第二の実施形態」本発明の第二の実施形態である静電アクチュエーターの可動ビームについて図面を参照しながら説明する。第二の実施形態の電気チャエータの可動ビームを図21に示す。

[0056] 図21に示されるように、可動ビーム300は、直列的に接続されている三種類の単位駆動要素310、330、350を有している。第一の単位駆動要素310は上下方向にたわみ変位し得、第二の単位駆動要素330は左右方向にたわみ変位し得、第三の単位駆動要素350は、可動ビーム300の端を中心で左右回りにねじれ変位し得る。

[0057] ここにおいて、「可動ビーム300の端」

ーム3.0/2の進む方向に沿って伸びている。
[0070] 第一の対の節電電極（すなわち接地電極4.2aと昇圧電極3.4a）と第二の対の節電電極4.2bと昇圧電極3.4bとは共に、なわち接地電極3.4aと昇圧電極3.4bとは共に可動ピーム3.0/2の端から、ペネ部3.3/6が伸びる方向に外れて位置する。さらに、第一の対の節電極と第二の対の節電電極は、可動ピーム3.0/2の端から伸びる方向に平行な平面に沿って伸びる。ペネ部3.3/6がわみ得る方向に平行な平面に沿って伸びる。

に、可動ビーム302の端からおろす形で配置され、た第一と第二の対の後地電極と駆動電極および第三と第四の対の後地電極と駆動電極を有しているが、左方向または右方向のいずれか一方への移動のみが要求される用途に対しては、第一の部屋型駆動子3-3、可動ビーム302の端から外れて配置された二つ(例では第一と第二の対)の後地電極と駆動電極を有してさえすればよい。

図2-8に示される構造体(つまり可動ビームの一部)は、下側の駆動電圧3.24bに電圧を印加すれば、上方に反応する。また、駆動電圧に電圧を印加する単位駆動電圧3.10の個数を制御することにより、図2-8に示される構造体(つまり可動ビームの一部)の反応量(つまり可動ビームの一部)を調整することができる。さらに、適当な変位量をより制御することができる。また、上側の駆動電圧3.24bに電圧を印加するとともに、その以外のうちの適当な単位駆動電圧3.10に対して下側の駆動電圧3.24bに電圧を印加することにより、図2-8に示される構造体(つまり可動ビームの一部)を上下方向に複雑な形状に変形させることができる。

[0071] 同様に、第三の対の輪形電極（すなわち接電極 3.4.2 と累積電極 3.4.4）と第四の対の輪形電極（すなわち接電極 3.4.2 と駆動電極 3.4.4）は、共にハーモニカルモード 3.0.2 の輪から、ベネ部 3.3.6 がたわみ得る輪を通り、ベネ部 3.3.6 がたわみ得る方向に平行な平面に対して対称に位置している。

[0072] 加えて、第一の対と第二の対の二つの輪形電極と、第三の対と第四の対の二つの輪形電極とは、可動ビーム 3.0.2 の輪を通り、ベネ部 3.3.6 がたわみ得る方向に直交する平面に対して対称に位置している。

図 2.9 を参照して説明する。図 2.9 は、複数の構造体を上から並べ置いた図である。図 2.9 において、接地電極 3.4.2 a, 3.4.2 b, 3.4.2 c, 3.4.2 d および左側の驱动電極 3.4.4 a, 3.4.4 b, 3.4.4 c, 3.4.4 d に電圧を印加すると、接地電極 3.4.2 c, 3.4.2 d と右側の驱动電極 3.4.4 c, 3.4.4 d が静電引力によって互いに引き寄せられ、バネ部 3.3.6 がたわみ変形を起こす。その結果、図 2.9 に示される構造体 (つまり可動ビームの一部) は右方向に反る。

【0074】これとは反対に、接地電極 3.4.2 a, 3.4.2 b, 3.4.2 c, 3.4.2 d および右側の驱动電極 3.4.4 a, 3.4.4 b, 3.4.4 c, 3.4.4 d に電圧を印加すると、接地電極 3.4.2 a, 3.4.2 b, 3.4.2 c, 3.4.2 d と左側の驱动電極 3.4.4 a, 3.4.4 b, 3.4.4 c, 3.4.4 d が静電引力によって互いに引き寄せられ、バネ部 3.3.6 がたわみ変形を起こす。その結果、図 2.9 に示される構造体 (つまり可動ビームの一部) は左方向に反る。

部と第二の電極支持部とバネ部の内部を通過する通路構成 3-1
8、3-3、3-5 8を有している。配線構成 3-1、8、3-3
8、3-5 8は、酸化シリコン膜によつて、第一の電極支
持部と第二の電極支持部とバネ部から電気的に絶縁され
ている。

40 [0087] また、各単位駆動素子は、図2-2～図2-7
には示図されていないが、第一の電極支持部と第二の電
極支持部の内部に形成されたCMOS回路を有してい
る。駆動電極はそれをゼンタクトホールを介してCM
OS回路と電気的に接続されている。また、隣接する単
位駆動素子の内部のCMOS回路同士は、配線構成で近
い距離を介して互いに電気的に接続されている。ま
た、隣接する単位駆動素子の接地電極は、配線構成で近
い距離を介して互いに電気的に接続されている。

41 [0088] さらに、本実施の形態の構成アクチュー
ー

クは、図示しないが、第一の実施の形態と同様に、可動ビーム302の製造工程を示す斜視図である。以下、図3.2～図4.1を参照しながら、本実施の形態の電極アキュエーターの可動ビーム302の製造方法について説明する。図3.2～図4.1には、可動ビーム3.0.2のうち、第一の単位駆動素子3.1.0と第二の単位駆動素子3.1.0と第三の単位駆動素子3.5.0を示す。

【009.1】図3.2および図3.3の工程において使用するSIO1基板の活性層には、初期酸化膜5.2.8.cと電極支撑部5.2.8.dの間に残る薄い活性層5.2.2の中央部分は、第三の単位駆動素子3.5.0用のバネ形成予定部となり、最終的に、第三の単位駆動素子3.5.0のバネ部の一部となる。

【009.2】図3.2に示すように、電圧を印加する電極電源4.1および第三の単位駆動素子3.1.0、3.5.0の内部に設けられるCMOS回路は、電圧を印加する駆動電圧4.4がそれぞれ接続されている。図3.1に示されるように、活性層と支撑層5.0.4と埋め込み酸化膜5.0.6を有するSIO1基板と本実施の形態においては、素子内部にMOSトランジスタ等を形成(後述)するため、多くの熱工程が必要となるが、熱工程の条件によつては、シリコン中に含まれる酸素原子が逃げ出することにより、格子間隙酸素濃度が低下する。

【009.3】図3.2に示すように、MOSトランジスタ(OLD AST M)以下に低下すると、シリコンの酸化膜強度が急激に低下することが知られているが(阿部参考書、シリコン特集とドーピング(九音(株)P3.2)、熱工程前の格子間隙酸素濃度が1.0 ppm(OLD AST M)の範囲に制御することにより、熱工程中にによる酸素折出防止され、アクチエーターを構成するシリコンの酸化膜強度が確保される(I.F. Shimura, Semiconductor Silicon Crystal Technology(Academic Press Inc.)P20)。

【009.4】以下このCMOS回路4.0.2の動作について説明する。

【009.5】まず、入力バ尔斯を端子4.1から入力する。入力バ尔斯はシフトレジスタ4.0.4により入力端子側より順次伝送されていく。シフトレジスタ4.0.4内を転送してきた入力バ尔斯が駆動したい電極に対応するシフトレジスタ内のノード4.1.8まで到達したら、ラッチ回路4.0.6にシフトレジスタ内ノード4.1.8の電位情報とラッチ回路4.0.6内部にシフトレジスタ内ノード4.1.8の電位により、選択的に除去することにより、図3.3に示すように、電極支撑部5.2.8.bと電極支撑部5.2.8.cの間に延びるバネ形成予定部5.3.0を形成する。

【009.6】本発明の実施の形態においては、図2.5および図2.7から示されるように、第二の単位駆動素子3.3.0と第三の単位駆動素子3.5.0において、それぞれ、バネ部3.3.6とバネ部3.5.6の内部に形成される配線層3.3.8と配線層3.5.8の厚が十分確保できないケースが予想されるが、各単位駆動素子に上記のCMOS回路4.0.2を設けることにより、配線層の内部を遮る配線は駆動電圧の高数に依らず、図3.1の4.22、4.24、4.26で示される配線の他、接地電極4.4に接続される配線等、各回路に電圧および駆動のためのバ尔斯を供給する配線のみで済むため、配線が長いことによる不具合は生じない。

【009.7】各単位駆動素子の駆動電圧は互いに電気的に分離されているため、各単位駆動素子に対して独立に電圧を印加することができる。従つて、可動ビーム3.0.2の任意の箇所を駆動させることができるとともに、可動ビーム全体の変位量を、電圧を印加する単位駆動素子の高数によって制御することができる。

【009.8】図3.2～図4.1は、本実施の形態の静電ア

【009.9】各単位駆動素子3.1.0と第三の単位駆動素子3.5.0を形成する。さらには、電極支撑部としてR1Eによって除去するCMOS形成膜を形成する。次に、CMOS形成膜に形成されたMOSトランジスタの各端子および部品5.4.8を形成した後、これらをマスクとして下層のシリコンをICPエッチング法によって除去することにより、図3.9に示すように、電極支撑部5.2.8.a、5.2.8.b、5.2.8.c、5.2.8.dおよびバネ部5.5.a、5.5.b、5.5.cの構造に沿つて、不要な部分のシリコン5.2.2と酸化シリコン膜5.3を除去する手法により、図3.8に示される酸化膜5.4および電極支撑部(図示せず)を形成する。

【009.10】次に、前工程で形成した電極支撑部5.2.8をICPエッチング法によって除する。本実施の形態においては、素子内部にMOSトランジスタ等を形成(後述)するため、多くの熱工程が必要となるが、熱工程の条件によつては、シリコン中に含まれる酸素原子が逃げ出することにより、格子間隙酸素濃度が低下する。

【009.11】格子間隙酸素濃度が1.0 ppm(OLD AST M)以下に低下すると、シリコンの酸化膜強度が急激に低下することが知られているが(阿部参考書、シリコン特集とドーピング(九音(株)P3.2)、熱工程前の格子間隙酸素濃度が1.0～2.8 ppm(OLD AST M)の範囲に制御することにより、熱工程中にによる酸素折出防止され、アクチエーターを構成するシリコンの酸化膜強度が確保される(I.F. Shimura, Semiconductor Silicon Crystal Technology(Academic Press Inc.)P20)。

【009.12】さらに埋め込み酸化膜5.0.6が露出していく部分のうち面積の広い箇所に、ポリミド膜5.6.0をスクリーン印刷法等の方法により成膜する。

【009.13】次に図4.0に示すように、図3.9の工程で形成された構造体5.6.2を二つ、各々の構造が接合面に対してミラー対称になるよう位置合わせを行った後、両者を接合する。この場合は、構造中に使用している配線層5.5.0やポリミドの熱分解温度より低い温度で行なう。さもなくば支層5.0.4を除去する。支層5.0.4の除去は、アクチエーターの形成されている空間5.6.4を封止した状態で、TM AH等を使用して行なう。

【009.14】ポリミド膜5.6.0は、第一の実施の形態と同様に、埋め込み酸化膜5.0.6の補強材として機能する。最後に埋め込み酸化膜5.0.6及びポリミド膜5.6.0をR1Eによって除去することにより、図4.1に示されるように、第一ないし第三の単位駆動素子3.1.0、3.3.0、3.5.0をひつづつ含む可動ビーム3.0.2の一部が完成する。

【009.15】次に酸化膜5.4.4の表面剥離により、後工程で形成するCMOS回路の特性に起影響を及ぼす場合は、図3.3のシリコンと二層の埋め込み酸化膜を有するSOI基板を使用することにより、埋め込み酸化膜5.0.6及びポリミド膜5.6.0をR1Eによって除去することにより、図3.7に示すように、第一の単位駆動素子3.5.4を介して、下層のシリコン5.2.2をTM AHによって除去することにより、凹部5.4.8が形成する。

【009.16】次にシリコンエッチングの停止層40が形成する。

【009.17】次にオトレジスト5.4.2を除去した後、熱酸化を行ない、新たに形成された熱酸化膜の一部をオトレジストをマスクとしてバフォアードフンゲンまたはR1Eによって除去した後、埋め込み酸化膜5.2.6をR1Eによって除去する。さらに、図3.7に示される酸化膜マスク5.4.6を形成する。さらに図3.7に示すように、酸化膜マスク5.4.6を介して、下層のシリコン5.2.2をTM AHによって除去することにより、凹部5.4.8が形成する。

【009.18】次にオトレジスト5.4.4を除去した後、熱酸化を行ない、新たに形成された熱酸化膜の一部をオトレジストをマスクとしてバフォアードフンゲンまたはR1Eによって除去した後、埋め込み酸化膜5.2.6をR1Eによって除去する。第一の単位駆動素子3.3.0の第一の電極支撑部の一部であり、電極支撑部5.2.8.aと電極支撑部5.2.8.bの間に形成される配線層3.3.0と第三の単位駆動素子3.5.0の第一の電極支撑部の一部となる。

【009.19】次にオトレジスト5.3.0は、第二の単位駆動素子3.3.0において、それぞれ、バネ部3.3.6とバネ部3.5.6の内部に形成される配線層3.3.8と配線層3.5.8の厚が十分確保できないケースが予想されるが、各単位駆動素子に上記のCMOS回路4.0.2を設けることにより、配線層の内部を遮る配線は駆動電圧の高数に依らず、図3.1の4.22、4.24、4.26で示される配線の他、接地電極4.4に接続されれる配線等、各回路に電圧および駆動のためのバ尔斯を供給する配線のみで済むため、配線が長いことによる不具合は生じない。

【009.20】各単位駆動素子の駆動電圧は互いに電気的に分離されているため、各単位駆動素子に対して独立に電圧を印加することができる。従つて、可動ビーム3.0.2の任意の箇所を駆動させることができるとともに、可動ビーム全体の変位量を、電圧を印加する単位駆動素子の高数によって制御することができる。

【009.21】次に、第一の単位駆動素子3.1.0のバネ部5.0.6が酸化膜5.4.6を除去した後、再度熱酸化を行ない、図3.8に示される酸化シリコン膜5.5.0を形成する。

【009.22】次に、第一の実施の形態のビーム支撑部と第二の実施の形態のビーム支撑部とほぼ同じ構造であるため、その図示は省略されているが、第二の実施の形態に

おいても、これまでの製造方法の専用から分かるよう
に、配線が配線溝内面の上面と下面に形成されていた
ため、ビーム支持部は、第一の実施の形態と同様に、その
内部に形成される給電ハーネスへの電気的接続のための開
口部が上面と下面に形成されている。

【0115】第一の実施の形態によると、電動アクチュエーター

は、可動ビームが直列順に接続された複数の単位駆動装置

を有しているので、可動ビームを十分な駆動力で大き
く変位させることができ。また、単位駆動装置がひと
つずつ独立に駆動可能であるので、可動ビームの任意の
部分を変形させることができ。駆動する単位駆動装置

の因数を変更することにより、可動ビームの全體の変位
量を、D/A変換を行なうことなく、デジタル回路によ
り直接制御することができる。

【0116】また、可動ビームは、複数の種類の単位駆動
装置を有しているため、本実施の形態による静電アク
チュエーターは、複数の種類の変位、例えば、上下方向
や左右方向への反り、ねじれの変位を発生し得る。この
ため、マイクロファクトリーおよびクロロボットの
アームや歩行機構、カテーテル、光スイッチ、等様々な
用途への応用が可能である。

【0117】【ミラー・アレイ】統いて、本実施の別の側
面であるミラー・アレイについて説明する。概要説明
は、見かに、ミラー・アレイの背景について述べ、その後
で、ミラー・アレイの具体的な実施の形態について述べ
る。

【0118】特開6-207853号には、静電力に
より駆動するミラー・アレイを利用した小型の分光装置が
開示されている。この分光装置は、図5-3に示すよう
に、二次元的に配列されており、このうち特定のミラー
ー1110と、検出器1112とを有している。

【0119】図5-3において、リスト1102を透過
した光は、コリメーター1104によって平行光束に変
換され、プリズム1106によって分光された後、空間
光変調器1108に入射する。ここでプリズム1106
によって分光された光は、入射光に含まれる光の波長毎
に固有の角度に方向付かれて、偏光ミラー1110の方向に
指向されることにより、図5-3に示すように、空間光
変調器1102は、これに対して異なる方向に配置さ
れた複数の検出器1304、1306、1308のいずれか
が、このうちミラー・アレイは、損失が小さく異なる位
置に入射した複数の光を異なる方向に反射させる。

【0120】空間光変調器1108としては、ミラー・ア
レイ、ショッターハーフィルターハーフィルタ等があ
るが、このうちミラー・アレイは、反射光がN/S比を劣化さ
せる。この反射光は、検出信号のS/N比を劣化させる。
という現象を有している。このミラー・アレイを適用した
空間光変調器の一つとして、DMD(Digital Micromir
ror Device)が特開2000-28937号等に開示さ
れている。

【0121】DMDは、図5-4に示すように、駆動電極
1202と、接地電極1204と、トーションバー・ボス
1206と、トーションバー1208と、ミラー・ボス
1210と、ミラー1212とを有している。

【0122】接地電極1204は、車両の駆動装置から
成る一対のトーションバー1208によって、傾向可能
に支持されている。トーションバー1208は、該電性
の一对のトーションバー・ボス1206によって支持さ
れており、接地電極1204は、トーションバー120
8とトーションバー・ボス1206を介して駆動電極120
2と接地電極1204にはミラー・ボスト1210に
はミラー1212が固定されれている。駆動電極120
2は、接地電極1204に向って、接地電極1204の
傾向軸に対して互いに対称な位置に一枚ずつ配置されて
いる。

【0123】DMDにおいて、図5-5に示すように、接
地電極1204および一方の駆動電極1202を接地
電極1202に接続するため、電源1220を接地
した状態で、他の方の駆動電極1202bに電源1220
により電圧を印加すると、接地電極1204と駆動電極
1202bの表面に互いに極性が逆の電荷1224、1
222が蓄積され、電荷1224と電荷1222の間に
作用する静電力により、接地電極1202の片面が駆動
電極1202bの方向に引き寄せられる。このためミラ
ー・ボスト1210を介して接地電極1204に固定され
たミラー1212が傾向し、ミラー1212によって反
射される光の方向が変化する。

【0124】ミラー1212は、図5-4に示されるよう
に、二次元的に配列されており、このうち特定のミラー
ー1110と、検出器1112とを有している。

【0125】図5-3において、リスト1102を透過
した光は、コリメーター1104によって平行光束に変
換され、プリズム1106によって分光された後、空間
光変調器1108に入射する。ここでプリズム1106
によって分光された光は、入射光に含まれる光の波長毎
に固有の角度に方向付かれて、偏光ミラー1110の方向に
指向することにより、ビンホール1102に入射した光
から特定の波長の光のみを検出器1112で検出するこ
とができる。

【0126】空間光変調器1108としては、ミラー・ア
レイ、ショッターハーフィルターハーフィルタ等があ
るが、このうちミラー・アレイは、反射光がN/S比を劣化さ
せる。この反射光は、検出信号のS/N比を劣化させる。

【0127】この不具合は、図5-7に示すように、一方
に向うようプリズムや空間光変調器を配置すると、
X方向におけるミラーの位置が、空間光変調器から出力
される光の波長に対応する。

【0128】図5-3において、空間光変調器1108か
ら集光ミラー1110の方向に出力される光には、所望
の波長の光以外に、図5-6において、隣接するミラー1
212の端面1242からの散乱光が混入して含まれる。し
かし、DMDにおいては、駆動電極と後地電極間に作用
する静電引力は印加電圧によって電極間に依存する。
また、静電引力は印加電圧だけでなく電極間に依存する。
が、ミラーの角度を複数の異なる一定の角度しか
とつに正確に制御することは極めて困難である。

【0129】本発明のミラー・アレイは、上述した本明
の任意の単位駆動装置1101の駆動電極6-4a、6-6

の静電アクチュエーターを利用してすることにより、このよ
うな技術的な困難を克服したものであり、ミラーの角度
を複数の異なる一定の角度しかひととつに正確に制御す
ることができる。以下、本発明のもうひとつの側面であ
るミラー・アレイの実施の形態について説明する。

【0130】【第三の実施の形態】本発明の第三の実施
の形態であるミラー・アレイについて図面を参照しながら
説明する。

【0131】図4-2に示されるように、本実施の形態の
ミラーは、複数の可動ビーム6-0と、複数の可
動ビーム6-0を片持ちに支持するビーム支持部6-0-4
と、可動ビーム6-0の各々の自由端部に設けられた複
数のミラー6-0-6は、可動ビーム6-0-6は、可
動ビーム6-0-6を有している。ミラー6-0-6は、可
動ビーム6-0-6とを有している。

【0132】図4-2は、図5-6の空間光変調器においては、図5
-7のY方向を軸として、ミラー1-12-5を傾向させると
と、ミラー1-2-5からの反射光の一部が隣接するミラ
ーに遮られるため、信号強度が低下する。従って、ミラ
ー-1-2-5は、図5-6のX方向を軸として、傾向させる
ことが望ましい。

【0133】そのための駆動機構すなわちDMDは、図
5-8に示すように、ミラー1-2-5と駆動電極1-2-6
と接地電極1-2-6-4が、ミラー傾向軸に直交する方向に
比較的長い4aを有する。ミラー1-2-5と2は、
接地電極1-2-6-4の端面と駆動電極1-2-6が接触する
角度より大きい角度には傾向できない。そのため、図5
-8の駆動機構は、図5-4の駆動機構と比較した場合、堅
健電極と接地電極の距離が同じであれば、その傾向角は
20 6-1-6を有している。複数の出位駆動装置6-1-0は、
これら一方の駆動支持部6-1-2、6-1-4を遮断するバネ部
6-1-6とを有している。複数の出位駆動装置6-1-0は、
可動ビーム6-0-2の軸に沿って、交互に逆向きで並んで
いる。バネ部6-1-6は、可動ビーム6-0-2の軸に直交する
方向にたわみ得るたわみバネである。

【0134】図4-2の駆動支持部6-1-2は、二つの接地電
極6-2-2a、6-2-2bを含んでおり、第一の駆動支持部
6-1-4は、二つの駆動電極6-2-4a、6-2-4bを含んで
いる。第一の駆動支持部6-1-2は、二つの出位駆動装置6-1-0
のバネ部6-1-6のたわみ得る方向に傾斜をおいて向
き合っている。接地電極6-2-2aと駆動電極6-2-4aの第一の対
合つている接地電極6-2-2bと駆動電極6-2-4bの第二
の対を有している。

【0135】第一の駆動支持部6-1-0は、第一の出位駆動装置
6-1-2と2の距離を最も小さくすればよいが、両者
の電極間に作用する静電引力は電極間隔の二乗に比例
して減少するため、駆動電極1-2-6-2と接地電極1-2-6-4
の距離を増大した場合、十分なミラー1-2-5の駆動力
を確保できなくなる。

【0136】電極間に作用する静電力は印加電圧の二乗
に比例するため、駆動電極1-2-6-2と接地電極1-2-6-4
の間に印加する電圧を増大させることにより、前述の電
極間隔の増大による静電引力の低下を補うことが可能だ
が、電圧には、各電極間または電極に接続される配線間
の静電耐圧により制限される上限が存在するため、印加
電圧を無制限に増大させることはできない。

【0137】さもなくば、コントロールホールを介して、配線構
造1-2-1を増大する方向に開隙をおいて向
き合つている接地電極6-2-2aと駆動電極6-2-4aの第一の対
合つている接地電極6-2-2bと駆動電極6-2-4bの第二
の対を有している。

【0138】この単位駆動装置6-1-0は、第一の実施の
形態の単位駆動装置1-1-0と実質的に同じものである。

【0139】可動ビーム6-0-2は、その軸に沿って内部
を走行する配線6-3-2を有しており、各出位駆動装置6-1-0
の駆動電極6-2-4a、6-2-4bおよび接地電極6-2-
2a、6-2-2bは、コントロールホールを介して、配線構
造6-3-2の中を走行する配線6-3-4と電気的に接続されてい
る。

【0140】ビーム支持部6-0-4は、その内部に、一本
の可動ビーム6-0-2に対して一つのCMOS回路6-4-0
を有している。CMOS回路6-4-0は、配線6-3-4を介
して、駆動電極6-2-4a、6-2-4bと電気的に接続され
ている。CMOS回路6-4-0は、ビーム支持部6-0-4に
形成された配線6-4-2の中を近づける配線6-4-2を介し
て、隣のCMOS回路6-4-0と電気的に接続されている。

【0141】CMOS回路6-4-0は、可動ビーム6-0-2
の任意の単位駆動装置6-1-0の駆動電極6-4-0の任

4 b に階級的に電圧を与えるための回路であり、これは、第2の実施の形態において図3-1を参照して説明し、またCMOS回路と同じものである。

【0142】このような本実施の形態のミラー-アレイ600では、第一の実施の形態の構成から理解できるように、可動ビーム6002は、単位駆動素子610の個数を増加することで、電圧を印加する単位駆動素子610の角度を変更することにより、細かく制御ができる。

【0143】本実施の形態のミラー-アレイ600は、半導体製造プロセスを適用して、シリコン基板から作成される。その製造方法は、第一の実施の形態アクチエーターの製作方法とおり、以下、図4-4～図4-9を参照しながら、簡単に説明する。図4-4～図4-9には、可動ビーム6002の2つの単位駆動素子ミラーが描かれている。

【0144】まず図4-4に示すように、活性層と支持層704と埋め込み絶縁層706を有するSOI基板を用

いし、その活性層を、フォトレジスト(図示せず)等をマスクとしてRIEやICPエッチングによって2回選択的に除去することにより、駆動電極712とそこから突出している接合部714を形成する。

【0145】駆動電極712と接合部714は、形成する可動ビームの伸びる方向に沿って複数が形成され、さらに、一本の可動ビームに対応する複数の駆動電極712と接合部714の組は、形成する際接して延びる複数の可動ビームに対応して、互いに隣接して複数並べられて

【0146】1次に、同様に活性層722と支持層724と埋め込み絶縁層726を有する別のSOI基板を用意し、その活性層722を、図4-4の工場と同様の手により、選択的に除去することにより、図4-5に示すように、接地電極732と電極ボスト734と共に可動部736を形成される。

【0147】接地電極732と電極ボスト734は、形成する可動ビームの伸びる方向に沿って複数が形成され、さらに、一本の可動ビームに対応する複数の駆動電極712と接合部714の組は、形成する可動部736と共に隣接して延びる複数の可動ビームに対応して、互いに隣接して複数並べられて形成される。活性層722のエッチングは、埋め込み絶縁層726が露出する前で止めて、接地電極732と電極ボスト734の間に残る薄い活性層722を残す。

【0148】接地電極732と電極ボスト734は、形成する可動ビームの伸びる方向に沿って複数が形成され、さらに、一本の可動ビームに対応する複数の駆動電極712と接合部714の組は、形成する可動部736と共に隣接して延びる複数の可動ビームに対応して、互いに隣接して複数並べられて形成される。

【0149】図4-4と図4-5の工程において使用するSOI基板の活性層には、初期酸素濃度が10～28ppmの(0.1ASTM)の範囲のものを使用するとい。これ

は、第二の実施の形態に適用して説明したように、MOSトランジスタを形成する際の加熱処理による分子間

合は、図4-5の工程において、シリコンの機械強度を確保するためである。

【0150】次に、図4-4の工程で作成された構成体の表面に熱絶縁膜742を形成し、同様に図4-5の工程で作成された構成体の表面に熱絶縁膜744を形成した後、図4-6に示すように、後合部714と電極ボスト734を接合させて、両者を互いに接合する。

【0151】次に、支持層724とTMAH等により除去した後、埋め込み絶縁膜726とR1Eによって除去する。さらに、シリコンを選択的にエッチング加工して、図4-7に示すように、配線膜800は、複数の可動ビーム802を片持ちに支持するビーム支持部804と、可動ビーム802を四部754を形成した後、歯形シリコン膜756を形成した後、形成する可動ビームの間に相当する部分を選択的に除去する。

【0152】次に、支持部を形成する領域に、ウエル形成、ゲート酸化、フィールド酸化、ソースドレイン形成等を経行しない、CMOS回路を形成する。次に、CMOS回路の各端子および回路部754の底面部に、コントラホールを形成する。さらにスパッタリング法等によつてアルミニウム等の導体膜を形成した後、この導体膜の一部をフォトレジスト等を介して除去することにより、図4-8に示されるように、駆動電極810等は、可動ビーム802の底に沿って、同じ向きで並んでいる。バネ部816は、可動ビーム802の軸に直交する方向にたわみ得るわみバネである。

【0153】第一の電極支持部812、814と駆動電極810は、816とを有している。複数の出位駆動素子810の各々は、第一の電極支持部812と、第二の電極支持部814と、これら一対の電極支持部812、814を連結する。一方で、可動ビーム802の底に沿って、同じ向きで並んでいる。バネ部816は、可動ビーム802の軸に直交する方向にたわみ得るわみバネである。

【0154】第一の電極支持部812は、二つの接地電極822a、822bを含んでおり、第二の電極支持部814は、二つの駆動電極824a、824bを含んでおり、単位駆動素子810は、後地電極と駆動電極の対を二つ、すなわち、単位駆動素子810は、後地電極と駆動電極の対を二つ、すなわち、接地電極822aと駆動電極824aの第一の対と、接地電極822bと駆動電極824bの第二の対とを有している。

【0155】接地電極822a、822bと駆動電極824a、824bは共に複数の端子を有する複数電極であり、それらの対を成して一方の端子が、他の端子の間に入り込んでおり、各対の複数電極の端子は共に可動ビーム802の軸に沿って延びている。

【0156】この単位駆動素子810は、第二の実施の形態の第一の出位駆動素子310と実質的に同じものである。

【0157】図5-2に示されるように、可動ビーム802は、その軸に沿って複数の端子を有する複数電極である。一方の端子が、他の端子の間に入り込んでおり、可動ビーム802は、複数の端子を有する複数電極の端子を成して反対面736を形成する。その結果、図4-9に示されるように、隣接して延びる複数の可動ビーム802を有する複数の端子が得られる。

【0158】支持層704を除むする工程に関して、一方の支持層704について、その前工程で形成される歯形シリコン膜を部分的に残して置き、これをマスクに支持層704をエッチングすることにより、図4-3に示されるアクチエーター支持部764を形成する。

【0159】最後に、可動部736の表面に対して選択的に金属膜を形成して反対面764を形成する。その後、図4-9に示されるように、隣接して延びる複数の可動ビーム802を有し、その各々の自由端からミラー-アレイが得られる。

【0160】2. 単位駆動素子は、電極支持部の各々に設けられた少くとも二対の電極要素を有している、構成アクリュエーター。

【0161】2. 出位駆動素子は、電極支持部の各々に設けられた二対の電極要素と有している、第1項に記載の構成アクリュエーター。

と電気的に接続されている。

【0162】また、配線膜832の上下面には、可動ビーム802の軸に沿って延びる配線膜834が形成されており、各出位駆動素子810のCMOS回路や後地電極

822a、822bの相互間に電気的接続が取られている。

【0163】第三の実施の形態【第三の実施の形態と同様に、支持層804の内部に形成された配線膜まで延びてお

り、その配線膜の軸を外部回路との電気的接続のために

延び、あるいは、その配線膜を介して他の可動ビーム

配線と電気的に接続されている。

【0164】CMOS回路は、可動ビーム802の仕事

面を、単位駆動素子810の単位駆動素子810の

単位駆動素子810と、出位駆動素子810の

出位駆動素子810との間に印加して上

下方向に反し、その結果、可動ビーム602の自由端部

に設けられているミラー-アレイ600の角度が変わる。さら

に、可動ビーム602の変位量すなわちミラー-アレイ600の個数

や位置を変更することにより、細かく制御ができる。

【0165】図5-3に示されるように、本実施の形態のミラー-アレイ800は、複数の可動ビーム802と複数の可動ビーム802を片持ちに支持するビーム支持部804と、可動ビーム802を四部754を形成した後、歯形シリコン膜756を形成した後、形成する可動ビームの間に相当する部分を選択的に除去する。

【0166】図5-4に示すように、本実施の形態のミラー-アレイ800と同様に、複数の出位駆動素子810の各々は、第一の実施の形態から容易に理解できるように、可動ビーム802の軸に直交して上

下方向に反し、その結果、可動ビーム802の自由端部

に設けられているミラー-アレイ800の角度が変わる。さら

に、可動ビーム802の変位量すなわちミラー-アレイ800の個数

や位置を変更することにより、細かく制御ができる。

【0167】本実施の形態のミラー-アレイ800も、第3の実施の形態と同様に、半導体製造プロセスを利用してシリコン基板から製造される。第二の実施の形態と第二の実施の形態から説明するように、第二の実施の形態において詳しく述べた第一の出位駆動素子810の構成は、第一の実施の形態において詳しく述べた第一の出位駆動素子810と、第一の実施の形態のミラー-アレイ800の構成が変わらない。さ

らに、可動ビーム802の変位量すなわちミラー-アレイ800の角度変位は、電圧を印加する出位駆動素子810の個数

によって

変更する。

【0172】3. 構造の出位置動部子は、可動ビームの延びる方向に沿って、交互に逆向きで並んでいる、第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

【0173】4. 構造の単位運動部子は、可動ビームの延びる方向に沿って、同じ向きで並んでいる、第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

【0174】5. 一对の電形電極は、一方の平板電極は、可動ビームの延びる方向に沿って延びる、第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

【0175】6. 一对の電形電極は、一方の電形電極は、他の方の電形電極の歯の間に延びる、第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

【0176】7. 可動ビームは、少なくとも一つの第一の単位運動部子を有しており、第一の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

【0177】8. 可動ビームは、少なくとも一つの第二の単位運動部子を有しており、第一の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネである。

【0178】9. 可動ビームは、少なくとも一つの第三の単位運動部子を有しており、第一の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

【0179】10. 可動ビームは、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

【0180】11. 可動ビームは、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

【0181】12. 可動ビームは、第一ないし第三の単位運動部子から得られる三種類の単位運動部子を有している第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

【0182】13. 第一の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に沿って延びる、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0183】14. 第一の単位運動部子は二つの電形電極を有しており、一方の電形電極は、可動ビームの延びる方向に沿って延びる、第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

【0184】15. 第二の単位運動部子は、可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、ハネ部がたむけ方向に直交する平面上に對して、面対称に位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0185】16. 第二の単位運動部子は四つの電形電極を有しており、第一の単位運動部子は少なくとも一つの電形電極を有するねじれハネである。

【0186】17. 第三の単位運動部子は、可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、第一の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第1項または第2項に記載の静電アクリュエーター。

電極の歯の間に入り込んでおり、各一对の電形電極の歯は可動ビームの延びる方向に直交する方向に沿って延びており、二つの電形電極は、可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯から対称的に外れて位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0187】1.2. 可動ビームは、第一ないし第三の単位運動部子から得られる可動ビームの一部を並大して示す【0188】1.8. 第三の単位運動部子は四つの電形電極を有しており、四つの電形電極は、可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯に対する対称に位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0189】1.9. 静電アクリュエーターは、格子間距離が10 ppm (OLD ASTM) 以上であるシリコンから構成される、第1項ないし第18項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0190】1.1. 静電アクリュエーターの構造は、第一の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向にたわみ得たるわみハネであり、第二の単位運動部子はハネ部がたむけ方向は、第一の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向にたわみ得たるわみハネであり、第三の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯にねじれハネである。

【0191】1.3. 第一の単位運動部子は少なくとも一つの電形電極を有しており、一方の電形電極は、可動ビームの歯の間に入り込んでおり、第一の電形電極は可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、ハネ部がたむけ方向に直交する平面上に對して、面対称に位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0192】1.4. 第一の単位運動部子は二つの電形電極を有しており、一方の電形電極は、可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、ハネ部がたむけ方向に直交する平面上に對して、面対称に位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0193】1.5. 第二の単位運動部子は、可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、ハネ部がたむけ方向に直交する平面上に對して、面対称に位置しており、第一の電形電極は可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、ハネ部がたむけ方向に直交する平面上に對して、面対称に位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0194】1.6. 第二の単位運動部子は、可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、ハネ部がたむけ方向に直交する平面上に對して、面対称に位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0195】1.7. 第三の単位運動部子は、可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、第一の電形電極は可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、ハネ部がたむけ方向に直交する平面上に對して、面対称に位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0196】1.8. 本発明によれば、大きい可動範囲を有し、その変位を用加電圧により正確に制御できる静電アクリュエーターが提供される。また、本発明によれば、ミラーの向きの可動範囲を広く、ミラーの向きを位印加する。

【0197】1.9. 第一の実施の形態に関する第一の変形例の静電アクリュエーターは、第一のハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第一の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第一の電形電極は、可動ビームの歯の間に延びる歯を有しており、第一の電形電極は可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、ハネ部がたむけ方向に直交する平面上に對して、面対称に位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0198】1.10. 第二の実施の形態に関する第一の変形例の静電アクリュエーターは、第一のハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第一の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第一の電形電極は、可動ビームの歯の間に延びる歯を有しており、第一の電形電極は可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、ハネ部がたむけ方向に直交する平面上に對して、面対称に位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0199】1.11. 第三の実施の形態に関する第一の変形例の静電アクリュエーターは、第一のハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第一の単位運動部子は、そのハネ部が、可動ビームの延びる方向に直交する方向に得たるわみハネであり、第一の電形電極は、可動ビームの歯の間に延びる歯を有しており、第一の電形電極は可動ビームの延びる方向に沿って延びる歯を通り、ハネ部がたむけ方向に直交する平面上に對して、面対称に位置している、第7項ないし第12項のいずれかひとつに記載の静電アクリュエーター。

【0200】1.12. 第一の実施の形態の静電アクリュエーターの動作を説明するための図であって、図1に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を破断して示す斜視図である。

【0201】1.13. 図2に示される可動ビームの一部の断面面積は、複数の単位運動部子を模式的に示している。

【0202】1.14. 図3に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0203】1.15. 図4に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0204】1.16. 図5に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0205】1.17. 図6に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0206】1.18. 図7に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0207】1.19. 図8に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0208】1.20. 図9に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0209】1.21. 図10に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0210】1.22. 図11に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0211】1.23. 図12に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0212】1.24. 図13に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0213】1.25. 図14に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

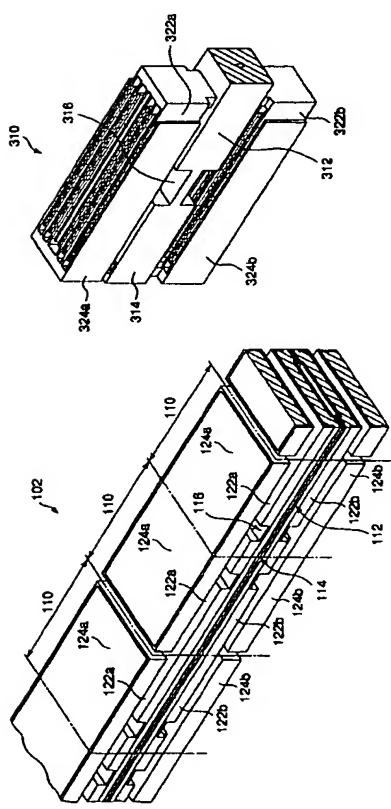
【0214】1.26. 図15に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0215】1.27. 図16に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0216】1.28. 図17に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0217】1.29. 図18に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。

【0218】1.30. 図19に示される可動ビームの一部とビーム支持部の一部を並大して示す斜視図である。



31

[图22]

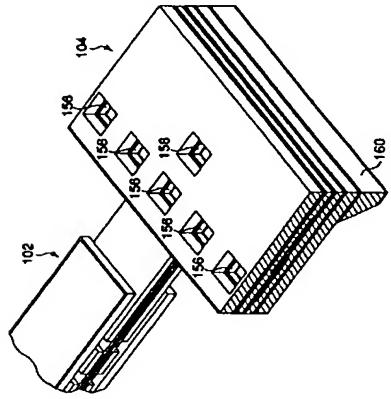
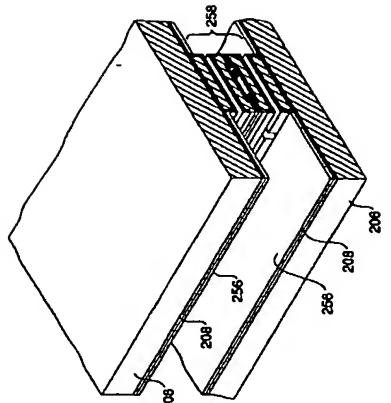
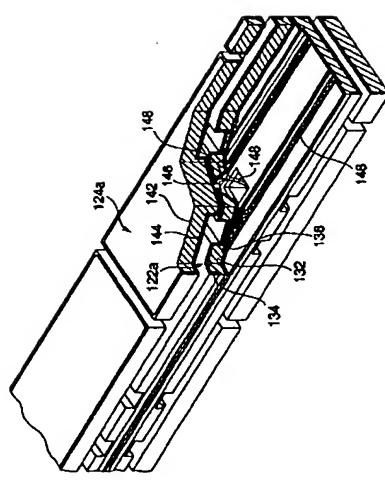


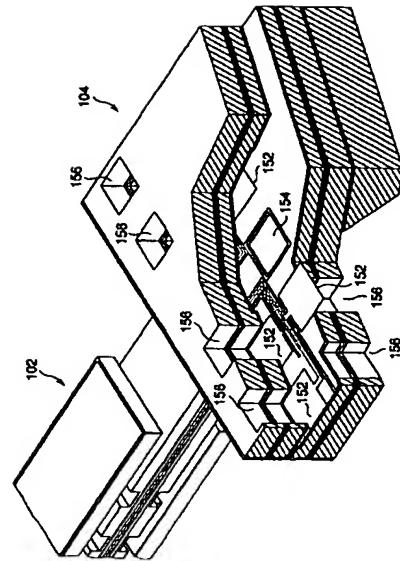
图 51



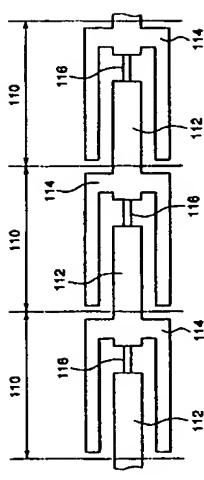
[図15]



[图41]

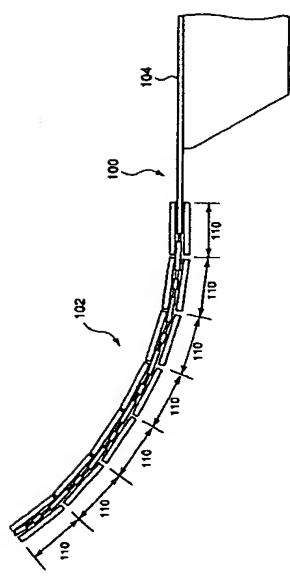


61

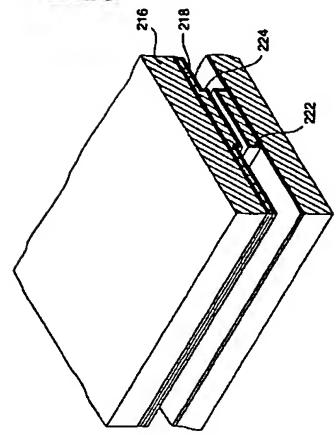


201

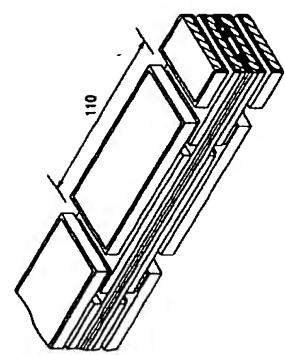
[図7]



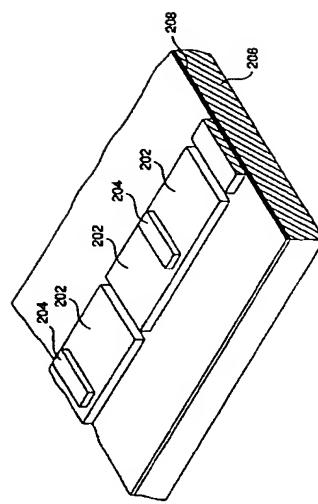
[図10]



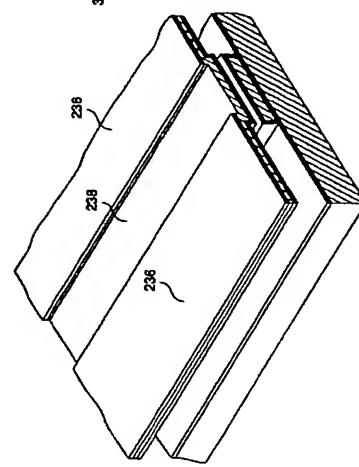
[図19]



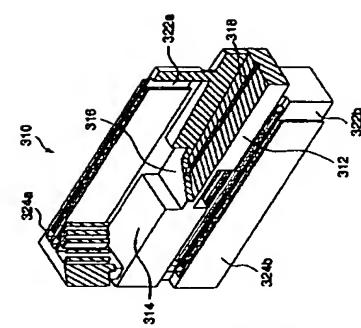
[図8]



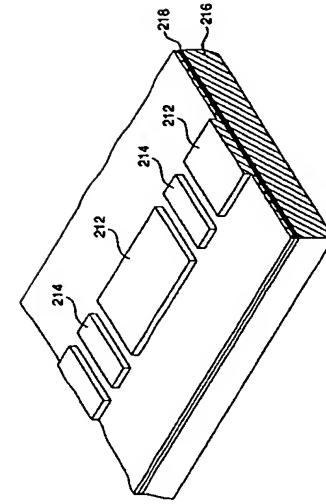
[図11]



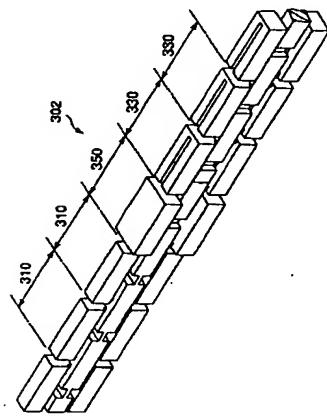
[図23]



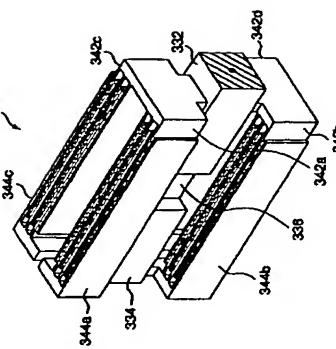
[図9]

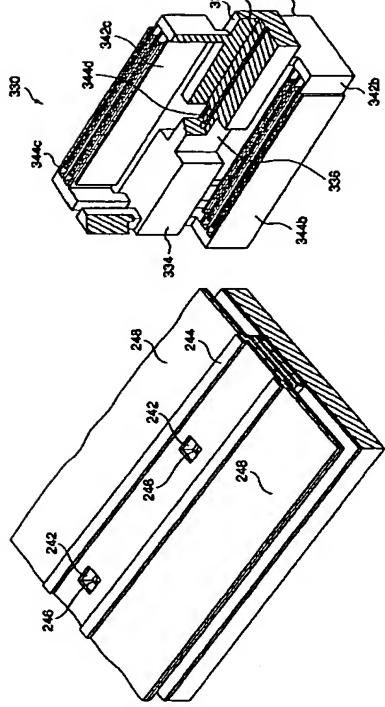


[図21]

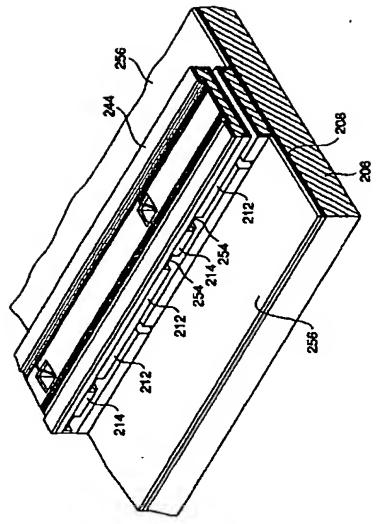


[図24]

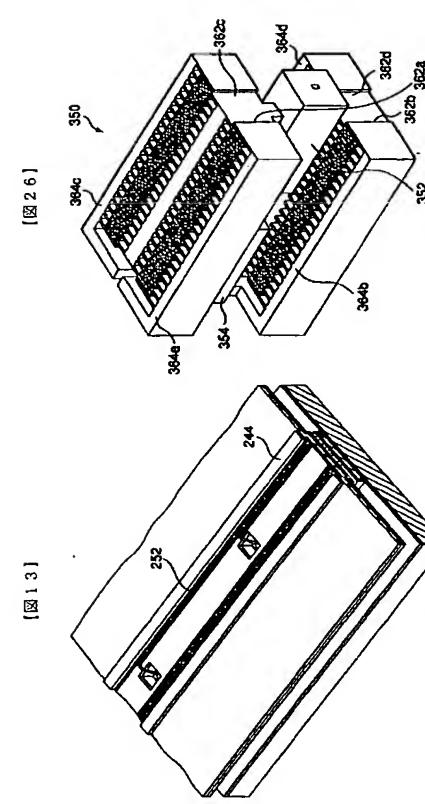




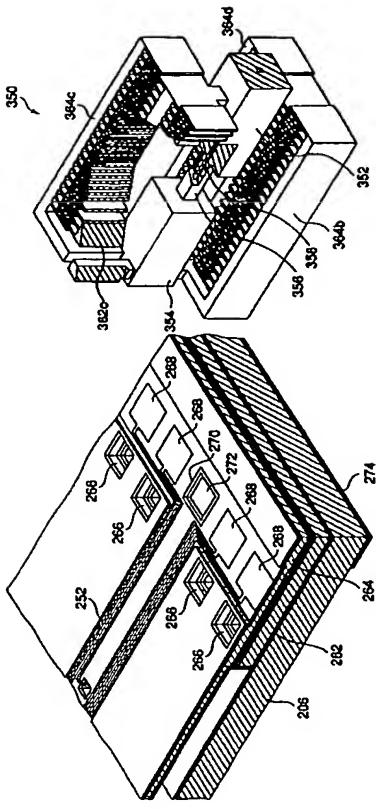
〔図12〕 〔図25〕



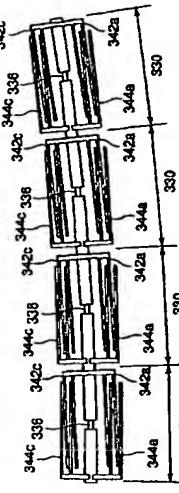
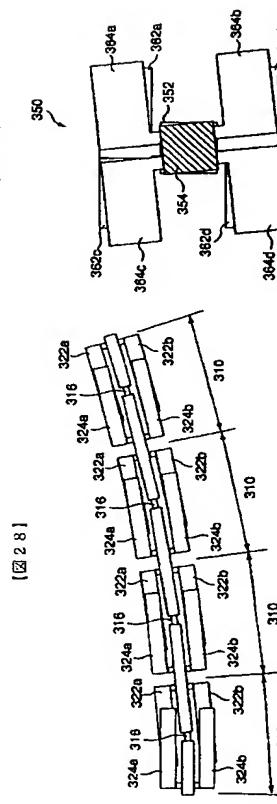
[四一四]



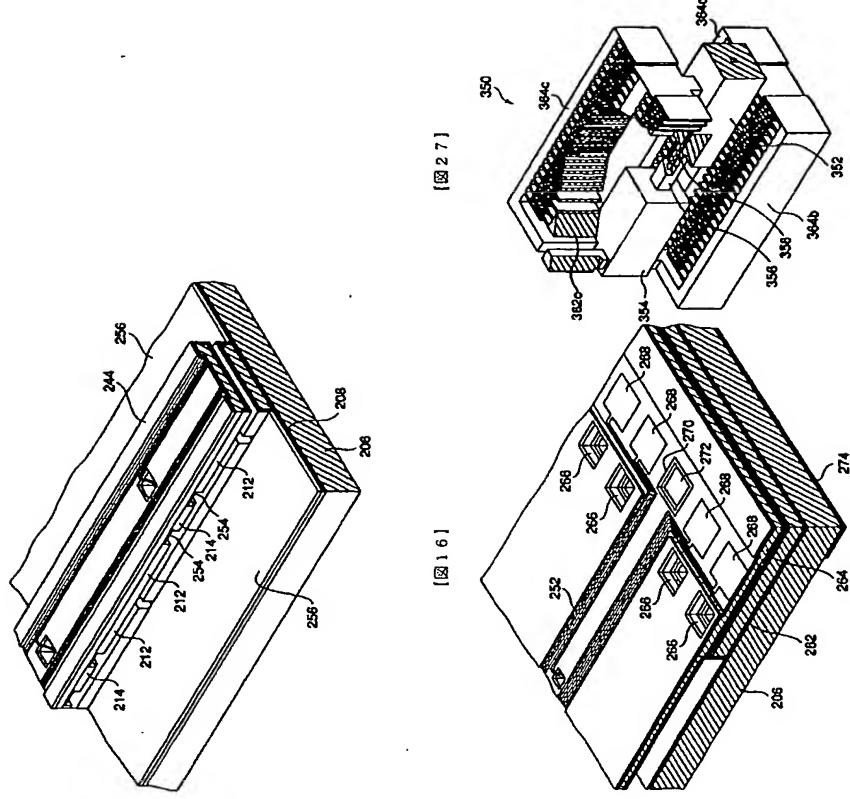
[四一三]



[四] 161

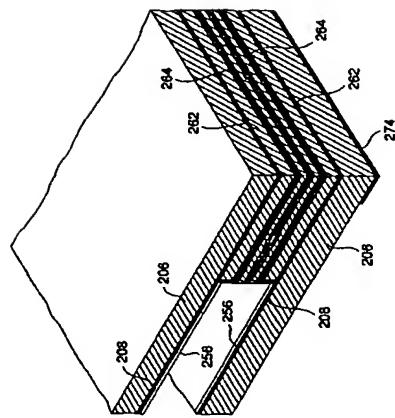


1图291

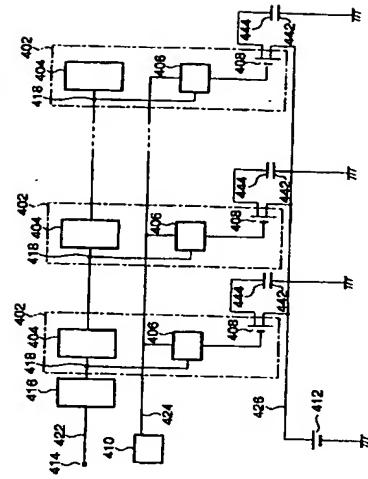


[図27]

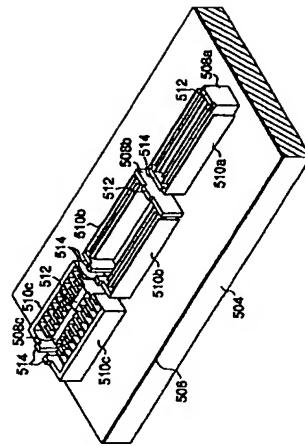
[図17]



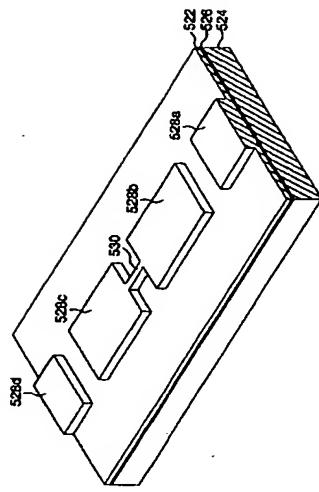
[図31]



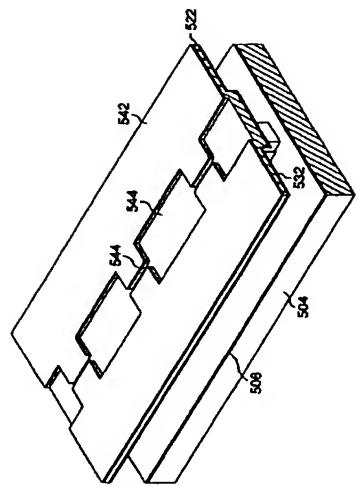
[図32]



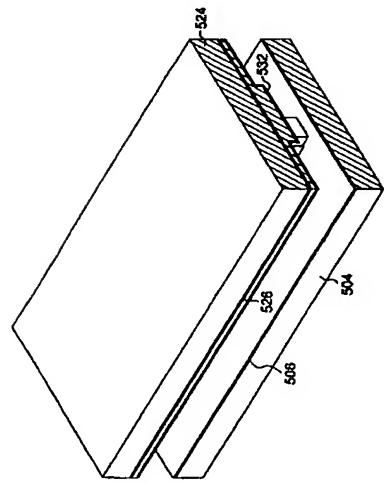
[図33]



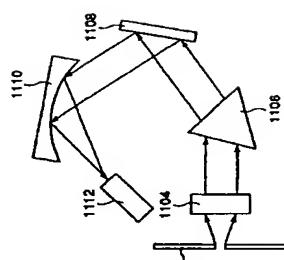
[图36]



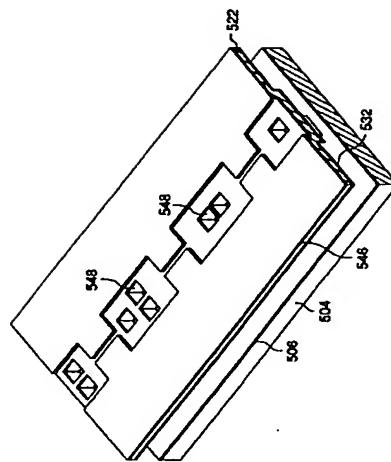
[图34]



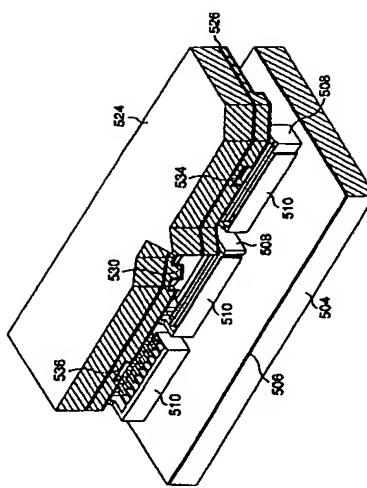
[图53]



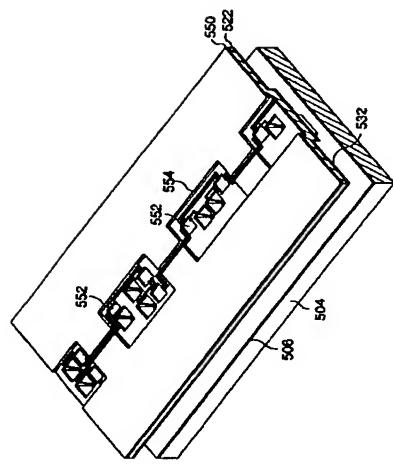
[图37]



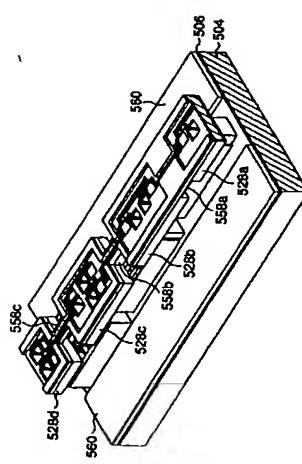
[图35]



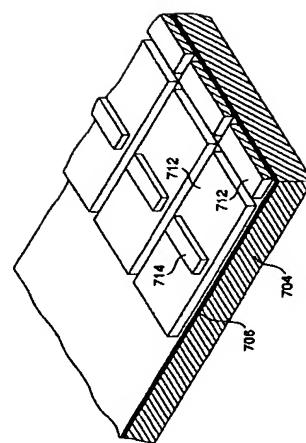
[図3.8]



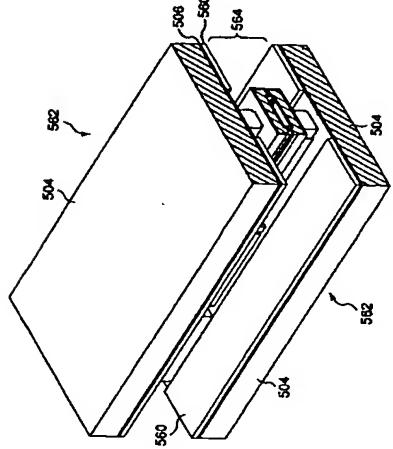
[図3.9]



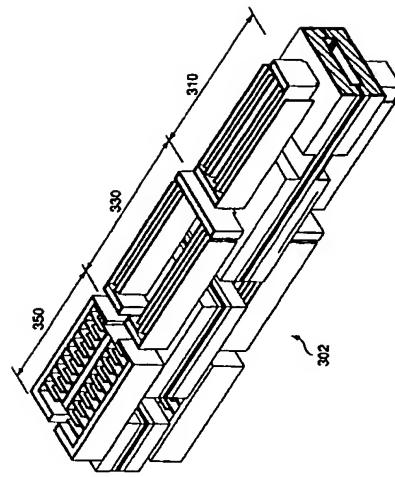
[図4.4]



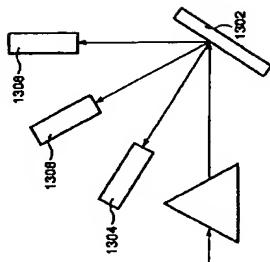
[図4.0]



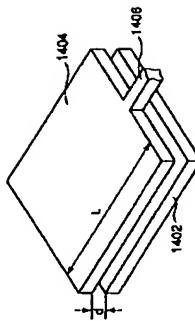
[図4.1]



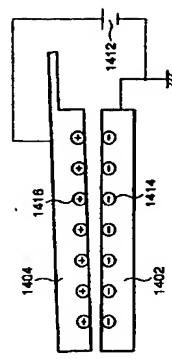
[図5.9]

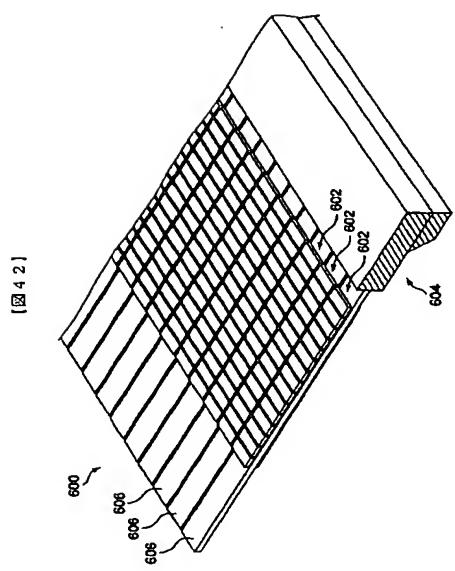


[図6.0]

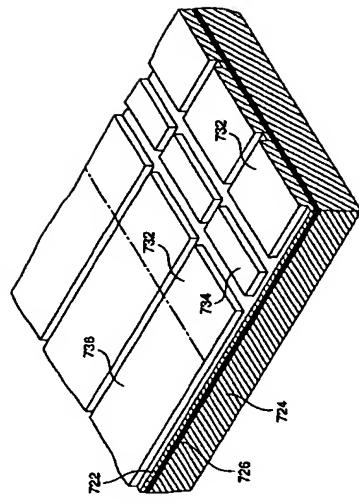


[図6.1]

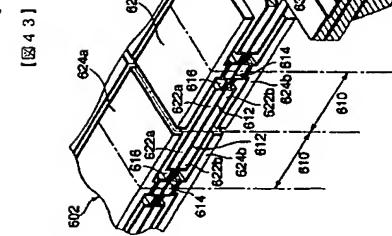




[図42]



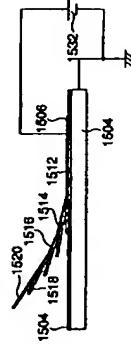
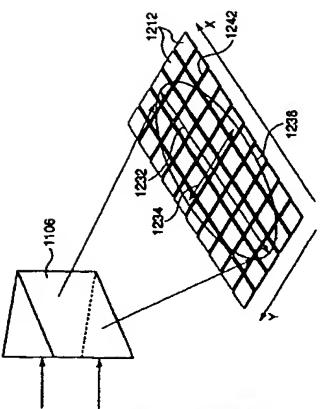
[図45]



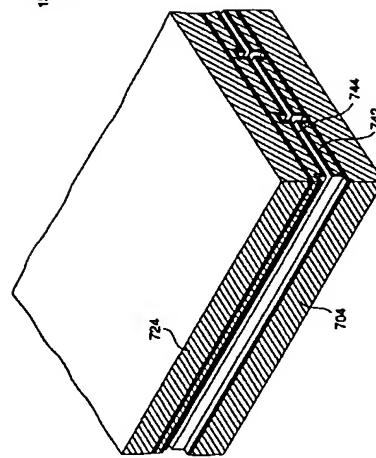
143



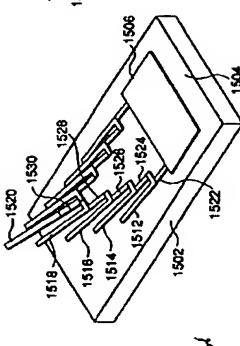
1



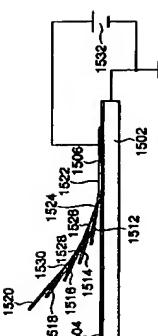
[図64]



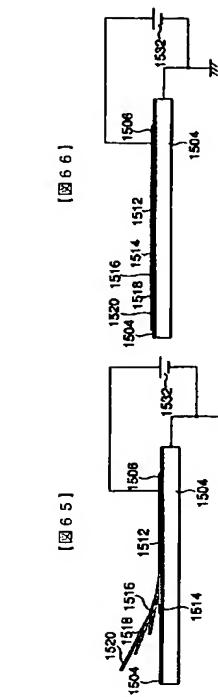
[图461]



[图62]



[図631]



166

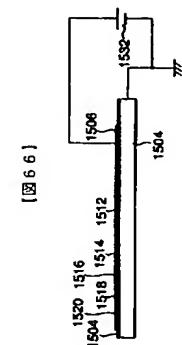
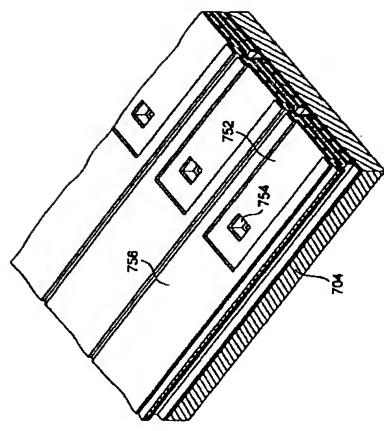


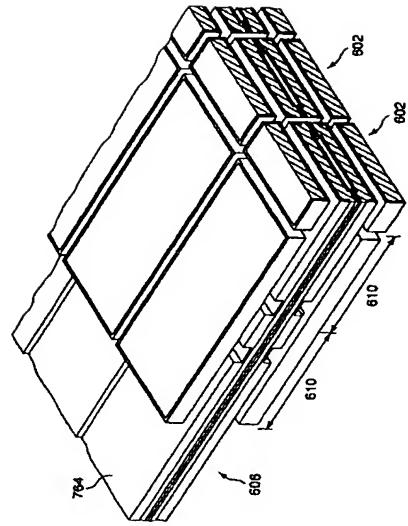
Diagram illustrating a logic circuit structure. It features a central 1508 integrated circuit (indicated by a box) with several output lines. These lines connect to various logic gates, including AND, OR, and NOT gates, which then feed into a final output line labeled 1504. The circuit also includes a 1520 integrated circuit and a 1514 component.

[図47]

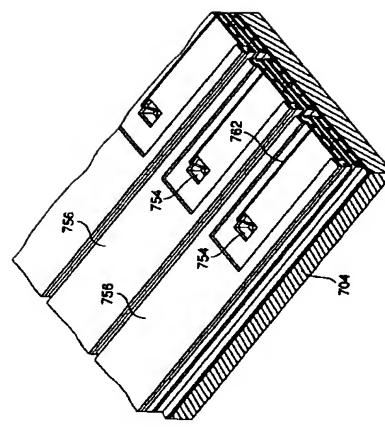


(33)

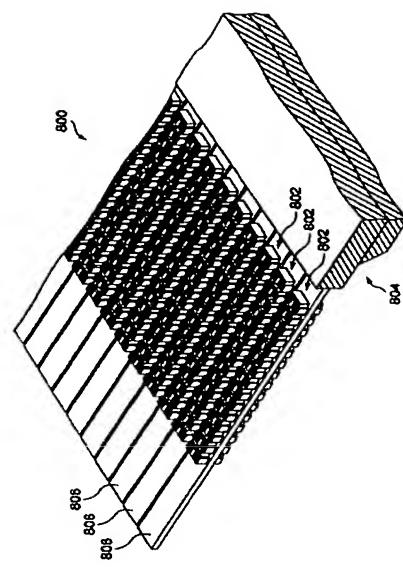
[図49]

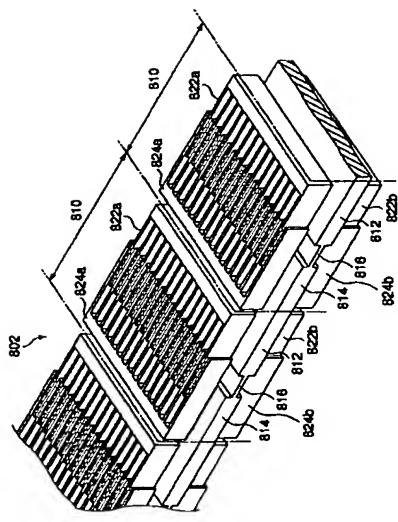


[図48]

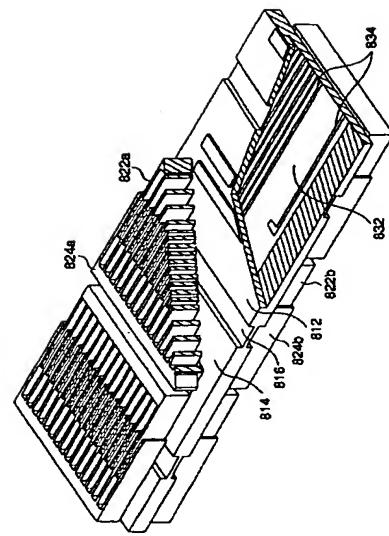


[図50]

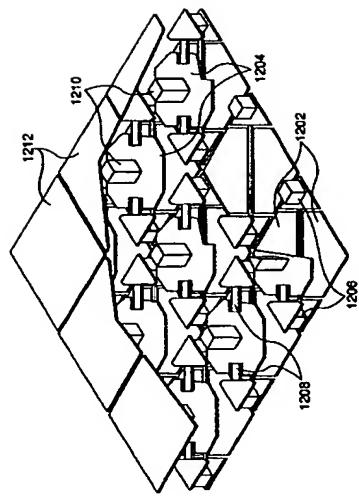




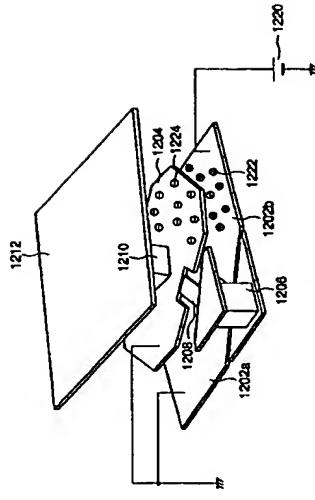
[図51]



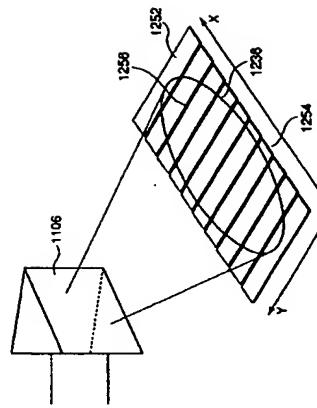
[图52]



[四 54]



[図57]



[図57]

【図58】

